

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-147459

(43)Date of publication of application : 22.05.2002

(51)Int.Cl. F16C 33/12

(21)Application number : 2000-344660

(71)Applicant : NDC CO LTD

(22)Date of filing : 13.11.2000

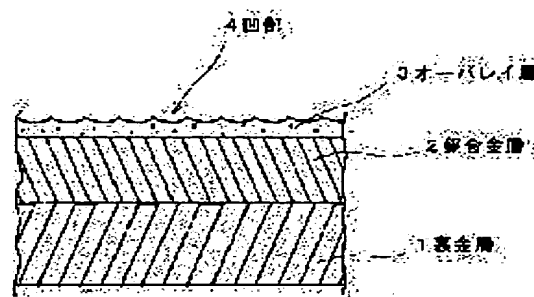
(72)Inventor : OKAWA HIROE  
KURIBAYASHI YASUSHI

## (54) SLIDING BEARING WITH OVERLAY LAYER QUALITY -IMPROVED

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a sliding bearing with the improved abrasion resistance, seizure resistance, and fatigue resistance.

**SOLUTION:** This sliding bearing is provided with a back plate layer 1, a bearing alloy layer 2 provided on the back plate layer 1, and an overlay layer 3 stacked on the bearing alloy layer 2 and becoming the surface layer. It is so set that the overlay layer 3 is formed with recesses with the maximum height within a range from 2 to 10  $\mu$ m at mean intervals between the recesses within a range from 0.01 to 0.08 mm.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-147459  
(P2002-147459A)

(43) 公開日 平成14年 5 月22日 (2002. 5. 22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
F 1 6 C 33/12		F 1 6 C 33/12	Z 3 J 0 1 1
			A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-344660 (P2000-344660)

(22) 出願日 平成12年11月13日 (2000. 11. 13)

(71) 出願人 000102902

エヌデーシー株式会社

千葉県習志野市実籾2丁目39番1号

(72) 発明者 大川 広衛

千葉県習志野市実籾町1-687 エヌデー  
シー株式会社内

(72) 発明者 栗林 寧

千葉県習志野市実籾町1-687 エヌデー  
シー株式会社内

(74) 代理人 100077827

弁理士 鈴木 弘男

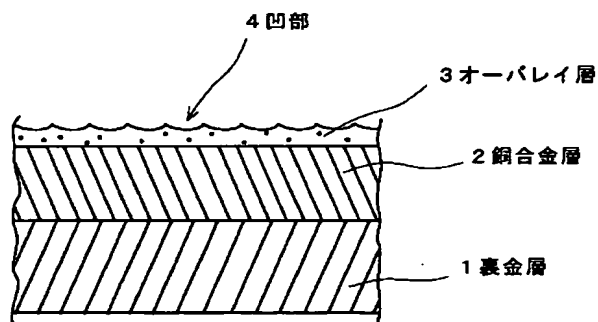
Fターム (参考) 3J011 PA02 QA03 QA04 SB03 SB05

(54) 【発明の名称】 オーバレイ層を改質したすべり軸受

(57) 【要約】

【課題】 耐摩耗性、耐焼付性、耐疲労性を向上するすべり軸受を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明のすべり軸受は、裏金層1と、裏金層1の上に設けられた軸受合金層2と、軸受合金層2に積層され表面層となるオーバレイ層3とを備え、オーバレイ層3は、凹部間の平均間隔が0.01乃至0.08mmの範囲で、かつ、最大高さが2乃至10μmの範囲の凹部を表面に形成することとした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 裏金層と、前記裏金層上に設けられた軸受合金層と、前記軸受合金層に積層され表面層となるオーバーレイ層とを備え、前記オーバーレイ層は、凹部間の平均間隔が0.01乃至0.08mmの範囲で、かつ、最大高さが2乃至10 $\mu$ mの範囲の微細なクレータ状の凹部を表面に形成することを特徴とするすべり軸受。

【請求項2】 前記オーバーレイ層の表面に形成する前記凹部は、平均粒径で20乃至100 $\mu$ mの硬質粒子を前記オーバーレイ層の表面に吹き付け形成することを特徴とするすべり軸受。

【請求項3】 前記オーバーレイ層は、5乃至30 $\mu$ mの範囲の厚さのPb合金と、SnまたはSn合金とし、軸受合金層として銅合金層とすることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のすべり軸受。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車・船舶・農業機械、建設機械などの内燃機関用軸受として使用されるすべり軸受に係り、特に、耐疲労性、耐摩耗性、耐焼付性に優れたすべり軸受に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の高負荷の内燃機関用すべり軸受は、銅裏金に設けられる銅系軸受合金層の表面に直接または中間メッキ層を介して鉛基合金系や、Snなど軟質金属を湿式メッキ法にて被覆するもので、コンロッドベアリングなどに多用されている。また一部にはオーバーレイ層を被覆したAL-Sn系、AL-Sn-Si系などのアルミ系軸受合金層も銅系軸受合金に替わって用いられている。このメッキを行うオーバーレイ層はなじみ性、耐焼付性、異物埋収性、耐腐食性などを高めるために設けるものであり、さらに、表面摺動特性として耐疲労性、耐摩耗性が必要である。

【0003】通常、銅系軸受合金は、Cu-Pb-Sn系合金をスチール上に鑄造や焼結により100～300 $\mu$ mの厚さで銅裏金に積層し、オーバーレイ層としてPb-Sn-Cu、Pb-Sn-In、Pb-Sn-Cu-In系合金を20 $\mu$ m前後被覆しているもので、最近ではSn-Ag系も検討されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】最近、特に乗用車などに用いられるガソリンエンジンやディーゼルエンジンは、高速回転となり、それゆえエンジン軸受は、より一層の耐焼付性、耐摩耗性、および耐疲労性の向上が要求されている。前述したごとく、オーバーレイ層として要求される特性は、異物埋収性や初期なじみ性など表層に柔らかさが求められる特性と、耐摩耗性や耐疲労性など硬さや強度が必要な特性など相反する特性が求められている。

【0005】このためPb基のオーバーレイ層では、Cu

を数重量%添加するなどの材料組成として工夫を行いメッキ材料の強度を上げることや、Inを添加することにより高温での硬さの低下を抑え、エンジンオイルとの濡れ性を向上させ油膜形成により耐摩耗性や耐焼付性を改善し、全体としてバランスの取れたオーバーレイ皮膜としていた。

【0006】この材料成分の検討だけでは限界があり、最近では、例えば特開平7-259858号公報や特開平7-259859号公報に示されるように表面の機械加工目を回転摺動方向と平行にそろえ、その環状突起物のピッチや山の高さを規定し、油膜維持機能を摺動表面に付与したものや、特開平5-25689号公報や特開平5-9789号公報に示されるようにPb基のオーバーレイ層のメッキ条件を変更することにより結晶配向性を高め角錐状の突起物を表面に析出させ、硬度を高めるとともに凹凸による油膜生成機能を摺動表面に付与し、耐焼付性や耐摩耗性の改善を行っている。

【0007】しかしながら、環状突起は方向性を持ち円周方向全周に連続し、また角錐状突起の谷は周囲とつながっている。従って、軸との摺動部においては油だまりとなる凹部は閉塞されておらず、回転する相手軸とすべり軸受との間で発生する油膜圧力は閉じ込められずリークし、油膜圧力を確実に保持できないため、高面圧がかかる高出力エンジンの軸受では油膜厚さが薄くなり、焼付や摩耗が防げない場合があった。

【0008】さらに、機械加工目により環状突起を作り油膜保持を行う場合には、通常、オーバーレイ層の硬さがHv10～15と柔らかく直接メッキ表面を機械加工できないため、下地の銅基合金に機械加工目を作りその上から20 $\mu$ m程度のメッキを行っているが、湿式メッキ処理による平滑化効果により環状突起が埋もれてしまい、本来の効果が発揮できない場合もあった。

【0009】本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、オーバーレイ層に直接クレータ状の微細な凹部を形成し、軸との軸受摺動表面に閉塞された空間を形成することにより、油だまり機能を表面に付与し、作動時に発生する油膜を厚くし、耐摩耗性、耐焼付性、耐疲労性を向上するすべり軸受を提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明のすべり軸受は、裏金層と、前記裏金層上に設けられた銅合金層で代表される軸受合金層と、前記軸受合金層に積層され表面層となるオーバーレイ層とを備え、前記オーバーレイ層は、凹部間の平均間隔が0.01乃至0.08mmの範囲で、かつ、最大高さが2乃至10 $\mu$ mの範囲の凹部を表面に形成することとした。

【0011】また、前記オーバーレイ層の表面に形成する前記凹部は、平均粒径で20乃至100 $\mu$ mの硬質粒子を前記オーバーレイ層の表面に吹き付け形成することとした。

【0012】さらに、前記オーバーレイ層は、Pb合金と、SnまたはSn合金とし、5乃至30 $\mu$ mの範囲の厚さとする事とした。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0014】図1は、本発明に関するすべり軸受の断面図を示す。

【0015】図1に示すように、このすべり軸受は、裏金層1と、裏金層1の上に設けられた銅合金層2と、銅合金層2に積層され表面層となるオーバーレイ層3とで形成されている。オーバーレイ層3には、後述する特定のブラスト処理を行い所定の凹部4を形成する。この凹部4により軸受摺動表面に閉塞された空間を形成することができ、油だまり機能を表面に付与し、作動時に発生する油膜を厚くし、オーバーレイ層3の耐摩耗性、耐焼付性、耐疲労性を向上することができる。

【0016】通常、サンドブラスト処理やショットブラスト処理ではオーバーレイ層中にブラスト硬質粒子が埋没したり、メッキ層が消失したりはがれたりしてしまいブラスト効果を発揮しない。例えばショットピーニングでは、0.6~0.9mm径の鋼球を毎秒40~60mで吹き付けるが、このような条件では、瞬時にオーバーレイ層は消失してしまう。

【0017】そこで、本発明のすべり軸受上オーバーレイ層へのブラスト処理は、通常のブラスト処理で使用する硬質粒子の平均粒径よりもかなり微細な平均粒径20~100 $\mu$ mの硬質粒子をオーバーレイ層3の表面に吹き付けるブラスト処理を行う。

【0018】硬質粒子は、平均粒径が20 $\mu$ m未満だと硬質粒子がオーバーレイ表面に突き刺さり埋収されやすくなり、摺動性能が逆に低下する。100 $\mu$ m径を超えると油だまりが浅くなり、油だまり効果を発揮しない。

【0019】使用する硬質粒子としてはスチールショット、スチールグリットなどの鉄系、およびセラミック系としてアラシウム、ガラス粒子、溶融シリカ粒子、珪砂などがある。また、有機系としてくるみ殻などを使用しても良い。粒子吹き付け速度は、凹部間の平均間隔が10~80 $\mu$ mでかつ最大高さが2~10 $\mu$ mとなるように、使用する粒子比重および平均粒径によって調整する。

【0020】凹部間の平均間隔はJIS B0601-1994で定義された凹凸の平均間隔 $S_m$ とした。 $S_m$ は、粗さ曲線から基準長を抜き取り、この抜き取り部分において隣り合う局部山頂間に対応する平均線長を求め、この多数の局部山頂の間隔を算術平均するものと定義されている。同様に最大高さはJISで定義されている $R_y$ とした。

【0021】本発明のすべり軸受ではこれらの上下限値を明確にするため、凹凸の平均間隔 $S_m$ 、最大高さ $R_y$

の測定は、触針のドライブスピードを毎秒0.1mmとし基準長を2.5mm、カットオフを0.8mmとして3回測定しその平均値を求めた。最大高さ $R_y$ が2 $\mu$ m未満では油膜保持機能が作用しにくく、軸受の表面温度があがり、耐焼付性が向上しない。

【0022】また、凹部間の平均間隔 $S_m$ が80 $\mu$ mを超えると油だまりの閉塞性が薄れ、エンジン稼働時の発生油膜圧力を維持できず、同様に耐摩耗性、耐焼付性は向上しない。

【0023】また、最大高さ $R_y$ が10 $\mu$ mを超えると油だまりを中心として、キャビテーションエロージョンが発生し、オーバーレイが部分的にはがれる現象が発生しやすくなる。また、凹部間の平均間隔 $S_m$ が10 $\mu$ m未満では、油の粘性抵抗により摩擦係数が高くなり、耐焼付性は向上しない。

【0024】使用するブラストの硬質粒子形状については、球形状が好ましい。シャープエッジを持つ硬質粒子では、表層オーバーレイ層への埋収や突き刺さりが起こりやすくなり、またブラスト時、掘り起こし現象が発生し、オーバーレイ皮膜を剥がしていく傾向が強くなる。球形状の粒子を使用すると、油だまりとなる凹部が球状になるため、油の表面張力による表面油切れが発生しにくく、油膜が維持されやすく、耐摩耗性や耐焼付性向上に効果がある。画像処理による測定にて円形度係数を測定し、上記球形状は0.6以上で好ましい摺動特性が得られることが分かった。

【0025】本発明における基地の銅合金層で代表される軸受合金層2については、エンジン稼働時に、摺動面に入った異物や、油切れにより万が一オーバーレイが摩耗消失し、軸受合金が露出した場合でも、エンジンの稼働が維持できるように、摺動特性に優れた軸受合金、例えば、銅合金としてCu-Pb系、Cu-Pb-Sn系、Cu-Ag-Sn系などを使用する。

【0026】また、耐食性向上元素としてNiなど、耐摩耗性や耐焼付性向上添加物としてMo、W、窒化物、硫化物、酸化物、炭化物などの硬質粒子を銅合金中に加えても良い。

【0027】本発明におけるオーバーレイ層3については、前述したように、必要特性としてはなじみ性、異物埋収性、耐焼付性、耐摩耗性、耐疲労性などが求められており、5 $\mu$ m~30 $\mu$ mの厚さの軟質オーバーレイを使用する。オーバーレイ層3は、厚さが5 $\mu$ m未満では、エンジン油中に存在する錆物砂や錆粉切粉や摩耗粉を埋収できず、また、摩耗してオーバーレイ層が消滅する可能性があり、かじりや焼付が発生しやすくなる。厚さが30 $\mu$ mを超えると摩耗しやすくなり厚くした効果がなくなり、耐疲労性も悪くなる。

【0028】オーバーレイ層3の成分としては、Pb-Sn系、Pb-Sn-Cu系、Pb-In-Cu系、Pb-Sn-In-Cu系、Sn-Ag系、Sn-In-A

g系、Snなどを使用する。さらに、耐摩耗性や耐焼付性向上添加物としてMo、W、窒化物、硫化物、酸化物、炭化物などの硬質粒子をオーバーレイ層3の中に加えても良い。

【0029】次に、サンプル品により行った本発明のすべり軸受の上記性能の確認評価試験につき説明する。

【0030】カーボン量0.12重量%のスティールで厚さ1.2mmから構成される裏金1とその裏金1上に鋳造法にて製造されたCu-23w重量%Pb-1.5重量%Snが積層された銅合金系バイメタルを、半割軸受形状にプレス加工し、所定の寸法に切削加工して仕上げを行い厚さ0.3mmの銅合金層2の評価試験サンプルを得た。

【0031】この銅合金層2の上に、脱脂、酸洗の後、密着性向上のためNiめっきを硫酸ニッケル浴で約1μmメッキした後、ハウフ化浴にて軸受内面に均一に20μmの厚さでメッキを行った。この2種類のオーバーレイメッキの成分として、1つはPb-10重量%Sn-2重量%Cu、1つはPb-10重量%Sn-10重量%In-3重量%Cuとした。

【0032】さらに、オーバーレイ層3の表面に通常硬質粒子としてアランダム粒子、略球状硬質粒子として溶融シリカ粒子を用いブラスト処理を行い、閉塞した凹部を表面に形成し、使用したアランダム粒子の平均粒径は50μm、円形度係数を測定すると0.46であった。また、溶融シリカ粒子では平均粒径15、50、80、150μmの4種類の粒子を用い、この粒子の円形度係数は0.62~0.79の範囲であった。なお、各平均粒径の硬質粒子においては、粒径の2.5倍を超える粒子および1/3以下の粒子はあらかじめカットした。

【0033】ブラスト条件は粒径によって異なるが、例えば実施例1-1(表4参照)はPb-10重量%Sn-2重量%Cu成分のオーバーレイメッキ上に平均粒径50μmの溶融シリカ粒子を、サンプルからブラストガンまでの距離を300mmとし、流速120m/secで3秒間吹き付けたものである。

【0034】図2は、本発明に関するすべり軸受の代表的な表面状態を示し、図3は、通常メッキ品のすべり軸受のブラスト処理しない従来品の表面状態を示す。

【0035】以上のように粒径とブラスト条件を変化させて、最大高さRy、および平均間隔Smの異なるサンプルを製作し、本発明の銅系すべり軸受の上記性能の確認評価試験を以下の評価試験条件で行った。

【0036】①耐摩耗性の評価試験

表1参照 軸受内径サイズφ50mm

摩耗量は、軸受中央部の厚さを試験前後に測定し、その試験前後の差とした。

【0037】②耐荷重性の評価試験

表2参照 軸受内径サイズφ50mm

耐荷重性の確認は10時間置きに軸受面をチェックし、

オーバーレイが全体の2/3以上消失した時点、または下地の銅合金に剥離やクラックが発生した時点の時間とその前との中間の時間を耐久時間(耐疲労性)とした(N=3の平均時間とした)。

【0038】③耐焼付性の評価試験

表3参照 軸受内径サイズφ50mm

耐焼付性は荷重をリニヤに増加させて、焼付判断により焼付と判断し、その時点の荷重を焼付荷重とした(N=2の平均とした)。

【0039】表4は、作製した実施例1-1~実施例3のサンプルと参考の比較例1~8のサンプルにつき行った評価試験の結果をまとめたものである。

【0040】右欄の総合評価は、ブラスト処理なしの比較例1に対し、耐摩耗性を示す摩耗量、耐焼付性を示す焼付荷重、耐疲労性がすべて大幅に優れているときは非常に良い◎とし、摩耗量、焼付荷重、耐疲労性がすべて優れているときは良い○とし、摩耗量、焼付荷重、耐疲労性のいずれかが悪いときは少し悪い△とし、摩耗量、焼付荷重、耐疲労性の少なくとも1個が大幅に悪いときは悪い?とし、評価を行っている。

【0041】表4に示すように、実施例1-1から実施例3は、使用吹付粒子が20~100μmであり総合評価はすべて◎または○となっており、比較例2から比較例8は、使用吹付粒子が20μm未満または100μmを超えており、総合評価は△または?となっている。

【0042】また、実施例1-1から実施例3は、平均間隔Smが0.015~0.080mmの範囲にあり、また、最大高さRyが3~9μmの範囲にあり総合評価はすべて◎または○となっている。一方、比較例2から比較例8は、平均間隔Smが0.015未満か0.080mmを超えているか、最大高さRyが2未満か10μmを超えており、総合評価は△または?となっている。

【0043】従って、オーバーレイ層3の表面への吹付粒子は20~100μmの範囲が最良で、凹凸は平均間隔Smが0.01~0.08mmの範囲で、最大高さRyが2~10μmの範囲が最良であることが分かる。

【0044】

【発明の効果】本発明のすべり軸受は、裏金層と、前記裏金層上に設けられた軸受合金層と、前記軸受合金層に積層され表面層となるオーバーレイ層とを備え、前記オーバーレイ層は、凹の平均間隔が0.01乃至0.08mmの範囲で、かつ、最大高さが2乃至10μmの範囲の微細なクレータ状の凹部を表面に形成することとしたため、油だまり機能を表面に付与し、作動時に発生する油膜を厚くし、耐摩耗性、耐焼付性、耐疲労性を向上することができる。

【0045】また、前記オーバーレイ層の表面に微細なクレータ状に形成する前記凹部は、平均粒径で20乃至100μmの硬質粒子を前記オーバーレイ層の表面に吹き付け形成することとしたため、オーバーレイ層の表面に的確

な油だまり機能を持つ凹部を形成することができ、耐摩耗性、耐焼付性、耐疲労性を向上することができる。

【0046】また、前記硬質粒子を、より好ましくは円形度係数が0.6以上の球形状とすると、オーバーレイ層の表面に的確な凹部を形成することができ、耐摩耗性、耐焼付性、耐疲労性を向上することができる。

【0047】さらに、前記オーバーレイ層は、Pb合金

と、SnまたはSn合金とし、5乃至30 $\mu$ mの範囲の厚さとすることとしたため、的確な凹部を形成することができ、耐摩耗性、耐焼付性、耐疲労性を向上することができる。

【0048】摩擦試験条件

【表1】

面圧	85MPa
回転数	3500rpm
潤滑油	エンジンオイル5W-30SG 120℃
テスト機	アンダーウッドテストマシン
時間	50時間
相手軸	高周波焼入れS45C 硬さHRC 55 Ra 0.2

【0049】耐荷重性試験条件

【表2】

面圧	100MPa
回転数	3500rpm
潤滑油	エンジンオイル5W-30SG 120℃
テスト機	アンダーウッドテストマシン
時間	最高100時間
相手軸	高周波焼入れS45C 硬さHRC 55 Ra 0.2

【0050】焼付試験条件

【表3】

荷重	荷重漸増方式 100KN/50min (リニヤに加圧)
回転数	7640RPM (20m/sec)
潤滑油	エンジンオイル5W-30SG 10 ハウジング給油 油圧0.1MPa オイルクリアランス 98~99 $\mu$ m
テスト機	高速軸受試験機
焼付判断	軸受背面温度が急上昇した場合または軸摩擦トルクが30Nmを超えた場合
相手軸	高周波焼入れS45C 硬さHRC 55 Ra 0.2

【0051】

【表4】

実施例No.	オーバーレイ 種類	使用吹付粒子 μm	材質	Sm mm	Ry μm	摩耗量 μm	焼付荷重 MPa	耐疲労性 Hr	総合評価
実施例1-1	A	50	熔融シリカ	0.015	3.1	9	7.1	100	◎
実施例1-2	A	20~100		0.03	7.3	10	7.8	100	◎
実施例1-3	A			0.02	8.5	14	7.3	85	○
実施例1-4	A			0.085	3.4	16	6.2	85	○
実施例1-5	A			0.077	6.5	16	6.6	75	○
実施例1-6	A			0.068	9	17	6.3	85	○
実施例1-7	A			0.05	6.3	10	8.1	100	◎
実施例2	A	50	アランダム	0.03	7.5	14	7.5	100	◎
実施例3	B	50	熔融シリカ	0.05	6.1	6	8.5	100	◎
比較例1	A	ブラスト処理なし		凹部なし		18	5.5	55	△
比較例2	A	15	熔融シリカ	0.005	6.2	13	4.5	85	△
比較例3	A	15		0.015	1.1	10	4.5	80	△
比較例4	A	15		0.018	12.2	24	4.3	45	×
比較例5	A	150		0.07	0.8	16	4.8	70	△
比較例6	A	150		0.075	12.5	25	4.7	45	×
比較例7	A	150		0.09	5.6	22	4.3	45	×
比較例8	A	150		0.095	10.7	25	4	35	×

A: Pb-10%Sn-2%Cuの湿式メッキ  
B: Pb-10%Sn-10%In-3%Cuの湿式メッキ

◎: 非常に良い ○: 良い  
△: 少し悪い ×: 悪い

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に関するすべり軸受の断面図を示す。

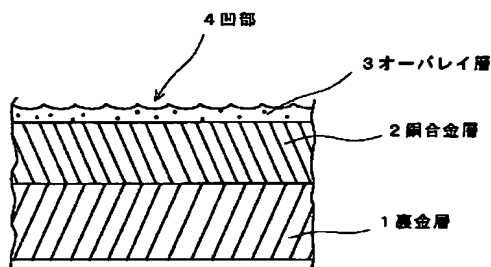
【図2】 本発明に関するすべり軸受の実施例の表面状態を示す。

【図3】 通常メッキ品の銅系すべり軸受のブラスト処理しない従来品の表面状態を示す。

【符号の説明】

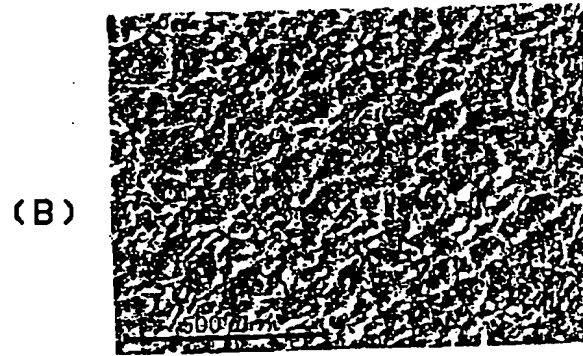
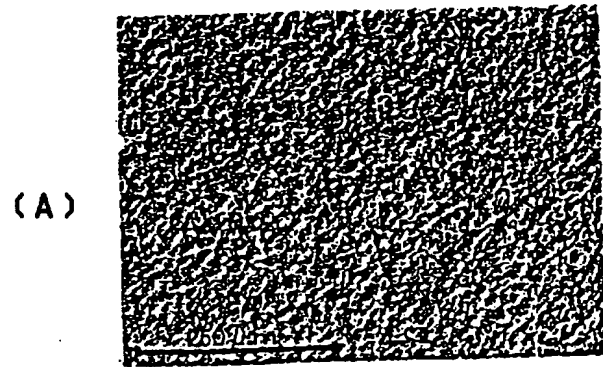
- 裏金層
- 軸受合金層
- オーバーレイ層
- 凹部

【図1】



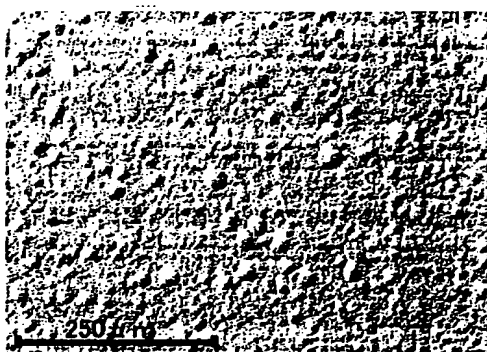


【図2】



【図3】

(A)



拡大

(B)

